

Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones

Edición de.

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

Prólogo de.

José Francisco Torres Alfosea
Vicerrector de Calidad e Innovación Educativa
Universidad de Alicante

Edición de:

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores (2016)

© De esta edición:

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Calidad e Innovación educativa
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (2016)

ISBN: 978-84-617-5129-7

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Valoración de las habilidades matemáticas básicas del alumnado de Biomecánica de la Actividad Física

¹Paula Benavidez Lozano; ¹Juan Carlos Moreno Marín; ¹José Joaquín Rodes Roca; ²Juan Manuel Cortell Tormo; ¹Eva Calzado Estepa

¹Departamento de Física Ingeniería de Sistemas y teoría de la Señal

²Didáctica General y Didáctica Específica

Universidad de Alicante

RESUMEN

El presente trabajo se inspira en la experiencia de varios cursos académicos impartiendo la asignatura Biomecánica de la Actividad Física en el Grado de Ciencias de Actividad Física y el Deporte. Año tras año observamos que una de las principales dificultades de los estudiantes para superar la asignatura radica en sus limitaciones de las destrezas matemáticas necesarias para la resolución de las aplicaciones propuestas. Esta situación complica en gran medida el afrontar de forma satisfactoria una asignatura de aplicación de contenidos de Física como lo es la Biomecánica. Nuestro objetivo con este proyecto es valorar en cierta forma el dominio de tales destrezas y así detectar cuales son las principales carencias de los estudiantes, como por ejemplo resolver una ecuación de primero o segundo grado, cálculo de ángulos utilizando trigonometría, etc. Determinar con certeza dónde radican las debilidades o carencias del dominio de las destrezas matemáticas de nuestro alumnado nos permitirá poner en marcha un plan de acción dirigido a solventarlas y proporcionar a los estudiantes el apoyo necesario para afrontar con éxito la asignatura.

Palabras clave: Biomecánica, Habilidades matemáticas, conocimientos previos, evaluación

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

Después de cinco cursos lectivos consecutivos como responsables de la asignatura Biomecánica de la Actividad Física en el Grado de Ciencias de Actividad Física y el Deporte detectamos que los estudiantes manifiestan de forma recurrente serias carencias en el dominio de algunas herramientas matemáticas básicas. La causa principal de estas carencias es que la mayoría de estudiantes tiene un perfil académico alejado del científico-técnico o al menos no han adquirido durante su paso por la enseñanza secundaria obligatoria (ESO) las destrezas matemáticas correspondientes. Este hecho repercute de diferentes formas en el desarrollo de la asignatura. Por un lado, desde la perspectiva docente, resulta bastante complejo intentar explicar un concepto físico si el alumno no cuenta con unas herramientas y lenguaje matemático mínimos. Por otro lado, desde la perspectiva del alumno, percibimos que al enfrentarse con las evidentes limitaciones de base, la situación les provoca cierta frustración por lo que tienden a magnificar la complejidad de los contenidos que se imparten. Todo esto lleva a que entre un 20 a un 40 % de los estudiantes de los últimos cursos académicos, no logren afrontar de forma satisfactoria una asignatura aplicada de Física como es la Biomecánica. Incluidos un 10% aproximadamente que directamente la abandonan desde el comienzo del curso por diferentes causas.

Deseamos enfatizar que lo que se espera no es que el alumno domine los contenidos de la asignatura previamente a impartirla, sino que mínimamente cuenten con las herramientas necesarias para comprender las nuevas aplicaciones de los conceptos que se desarrollaran durante el curso. Además, la experiencia nos indica que la mayoría de los estudiantes que acceden a este grado proceden del bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales, por lo que sólo esperamos un dominio aceptable de las herramientas matemáticas correspondientes al nivel de ESO. Cabe mencionar que los estudiantes que ingresan habiendo cursado el bachillerato científico-técnico generalmente no presentan dificultades en el transcurso de la asignatura y suelen obtener buenas calificaciones.

1.2 Revisión de la literatura.

Durante los últimos años, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, se han llevado a cabo varios estudios para valorar el grado de dominio de los conocimientos previos en Física y Matemática por parte del alumnado que accede a

titulaciones técnicas (Márquez et al., 2003; Álvarez et al., 2006; Campo Bagatín et al. 2015). En particular, Campo Bagatín et al. (2015) sugieren que hay una correlación entre el nivel de matemáticas con el que los nuevos estudiantes ingresan al primer curso de universidad y el éxito de aprobar la asignatura de Física. Si bien la asignatura Biomecánica de la Actividad Física es una asignatura del Grado de Ciencias de Actividad Física y el Deporte que se imparte en la Facultad de Educación, para impartirla debidamente y proveer a los estudiantes de las competencias requeridas por el plan de estudios es natural que se precisen unas habilidades y conocimientos previos suficientes de Matemáticas.

1.3 Propósito.

Con este trabajo pretendemos valorar en cierta forma el dominio de las habilidades matemáticas de los estudiantes de Biomecánica y detectar en qué destrezas específicas necesitan un refuerzo especial para solventarlas. Esto nos permitirá planificar algunas actividades de apoyo que deseamos implementar desde el siguiente curso académico.

2. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el presente estudio se realizó un cuestionario de respuesta de opción múltiple sobre temas básicos de Matemáticas a nivel de ESO. Con el fin de limitar la prueba a un tiempo prudencial para su resolución, de entre todos los posibles contenidos y destrezas a valorar en el presente trabajo, se han seleccionado sólo los siguientes cinco temas:

- Sistema de Unidades y conversión,
- Notación científica
- Nociones de trigonometría
- Resolución de ecuaciones
- Geometría

Se han escogido dichos temas porque representan las principales habilidades matemáticas mínimas que un alumno de Biomecánica debe dominar para cursar sin dificultad la asignatura. Es decir, sin que el alumno esté limitado por sus conocimientos previos de Matemáticas pudiendo invertir su tiempo de estudio en comprender los

nuevos contenidos y las aplicaciones de los mismo a su futura actividad profesional. Estos temas tienen una estrecha relación con los conceptos físicos que se desarrollan en la asignatura. Por ejemplo, dado que algunas de las magnitudes que se estudian como la fuerza, la velocidad, etc, son magnitudes vectoriales, es indispensable dominar las funciones trigonométricas básicas (seno, coseno y tangente), necesarias para calcular las componentes de la fuerza que actúan sobre un cuerpo o de la velocidad inicial con la que sale un balón de fútbol en un lanzamiento.

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

La asignatura Biomecánica de la Actividad Física es una asignatura básica del segundo cuatrimestre del primer curso en el Grado de Ciencias de Actividad Física y el Deporte. El número de estudiantes matriculados en esta asignatura en los últimos cursos académicos oscila entre 110 y 131. En general, el alumnado que ingresa a este grado tiene un nivel académico importante, ya que la nota de corte para el acceso al grado suele ser superior a 8 puntos. Sin embargo, el perfil del alumnado corresponde a estudiantes que han realizado el bachillerato en la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales en su gran mayoría. Mientras que un bajo porcentaje se reparte en alumnos que han realizado el bachillerato en la modalidad científico-técnico, estudiantes que han realizado algún módulo superior de formación profesional y/o el ingreso de adultos a la universidad.

2.2. Materiales

Se ha utilizado un cuestionario de opción múltiple con 25 preguntas, 5 cuestiones de cada uno de los temas indicados anteriormente. Cada pregunta dispone de 4 posibles respuestas con una única respuesta correcta. En el Anexo 1 se adjunta una copia del cuestionario elaborado.

2.3. Instrumentos

La corrección del cuestionario se realizó en el Centro de Procesamiento de Datos de la UA. Junto con las correcciones del cuestionario el sistema provee un análisis estadístico de las calificaciones obtenidas. A partir de tales datos se han realizado los gráficos y el análisis de resultados que se presentan en la sección 3.

2.4. Procedimiento

El primer día de clases se propuso a los estudiantes contestar el cuestionario de 25 preguntas en un tiempo de 40 minutos. De los 131 estudiantes matriculados en el presente curso académico, sólo 94 contestaron el cuestionario. Es decir, un 71,6% de los matriculados, lo cual conforma una muestra aceptable para el estudio que se pretende con este trabajo.

3. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del estudio realizado en este proyecto. En primer lugar se muestran los resultados generales del cuestionario y a continuación se realiza un análisis detallado para cada uno de los temas evaluados.

Analizando los resultados del cuestionario en conjunto la nota media obtenida es 5,10 sobre el total de 10 puntos. Sólo un 55,3% de los estudiantes supera la prueba, mientras que el 44,7% la suspende. En la figura 1 se muestra un gráfico del porcentaje de alumnos y la calificación obtenida agrupada en intervalos de 1 punto.

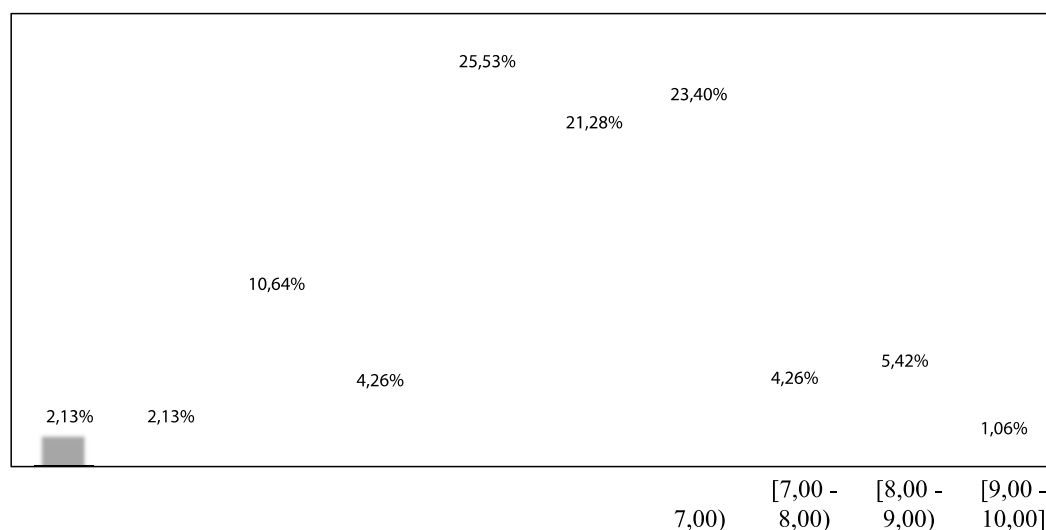


Figura 1. Porcentajes de alumnos en función de la calificación obtenida.

Con el fin de analizar con más en detalle los resultados obtenidos en cada uno de los 5 temas evaluados, se presentan en la Tabla 1 los porcentajes medios de aciertos por tema. Geometría, Nociones de Trigonometría y Sistemas de Unidades y conversión, son los temas en que los estudiantes muestran mayores carencias, ya que menos del 50% de ellos acierta con la respuesta correcta. Por otro lado en los temas Notación científica y Resolución de ecuaciones se obtuvieron porcentajes de aciertos superiores al 50%. Lo que hace pensar que al menos la mitad de los estudiantes domina estos últimos temas.

Tabla 1: Porcentajes de aciertos en cada tema

Tema	Aciertos (%)
Sistema de Unidades y conversión	47,0
Notación científica	74,0
Nociones de trigonometría	37,2
Resolución de ecuaciones	68,9
Geometría	27,6

Con el objetivo de valorar el grado de dominio de cada tema se presenta a continuación la Figura 2 donde se muestra el porcentaje de aciertos, preguntas no contestadas y fallos para cada una de las 25 preguntas propuestas (el cuestionario completo se puede consultar en el Anexo 1). El análisis individualizado de estos resultados permite las siguientes observaciones para cada tema.

- **Sistema de Unidades y conversión:** se obtiene un 72 % de aciertos en una pregunta sencilla que implica un cambio de unidades de km/h a m/s. Sin embargo, si se pregunta sobre cambio de unidades en magnitudes de superficie (pasar de cm^2 a m^2) o densidad (pasar de g/cm^3 a kg/m^3), donde están implicadas dos o tres dimensiones, el porcentaje de aciertos disminuye drásticamente al 23 %.
- **Notación científica:** el alumnado muestra, en general, un buen dominio de este tema, aunque hay un evidente descenso en el porcentaje de aciertos al incrementar la complejidad del ejercicio propuesto. Destacar que al permitir el uso de

calculadora durante la prueba el resultado de esta habilidad puede estar sobre-estimado.

- **Nociones de trigonometría:** los resultados individuales de las preguntas de este tema son bastante dispares. Por ejemplo, se observa un 75,5 % de aciertos al identificar la hipotenusa de un triángulo rectángulo, sin embargo sólo el 22,3 % de los estudiantes acierta al reconocer qué catetos representan al seno y al coseno de un ángulo en un triángulo rectángulo inscrito en la circunferencia trigonométrica. Finalmente, apenas el 14,9 % es capaz de obtener el valor del ángulo usando relaciones trigonométricas básicas como el seno, coseno o tangente.
- **Resolución de ecuaciones:** los resultados obtenidos en este tema (68,9% de aciertos) indican que, en general, los estudiantes saben resolver una ecuación de primer y segundo grado. La principal deficiencia que identificamos en este tema es al momento de resolver el mismo tipo de ecuación en la que se han reemplazando los valores numéricos por variables con un sentido físico. En este caso el porcentaje de aciertos cae fuertemente al 12,7%.
- **Geometría:** en este tema se observa que el grado de destreza es muy diverso según la pregunta que se plantee. Por ejemplo, se obtuvo un 77,7 % de aciertos al requerir calcular el valor de un ángulo interior de un triángulo. Sin embargo, en otros aspectos como aplicar el teorema de Pitágoras para calcular la hipotenusa de un triángulo se obtuvo un 32 % de aciertos, y entre un 7 y 11% de aciertos al requerir calcular la pendiente de una recta, el área de un círculo o el volumen de una esfera.

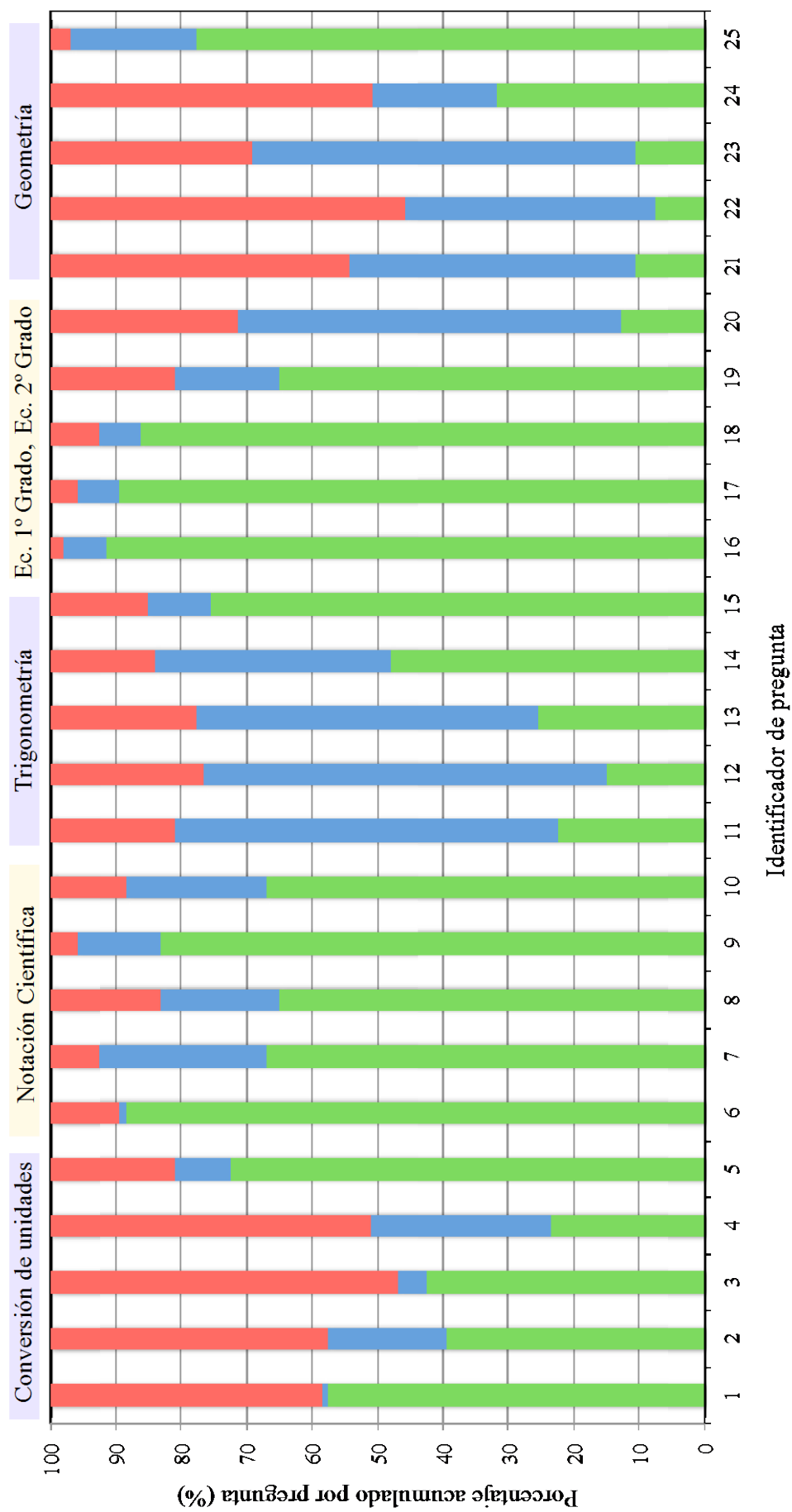


Figura 2: Porcentajes acumulados para cada pregunta. En verde se indican el porcentaje de aciertos, en azul se indica el porcentaje de preguntas no contestadas y en rojo el porcentaje de preguntas erradas.

4.CONCLUSIONES

Utilizando el cuestionario como instrumento se ha podido valorar de forma objetiva el grado de destreza o habilidades matemáticas con las que un alumno de primer curso del Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte comienza la asignatura Biomecánica de la Actividad Física. En base al análisis de los resultados obtenidos se enuncian las siguientes conclusiones y se propone alguna alternativa que deseamos implementar en cursos venideros.

En primer lugar, destacar que es muy preocupante que sólo poco más de la mitad de los estudiantes de primer curso (55,3%) superen una prueba de conocimientos mínimos de matemáticas de nivel de ESO. La asignatura que nos ocupa requiere de unas destrezas matemáticas mínimas que el estudiante usará como herramienta en la resolución de problemas sencillos de Biomecánica. En consecuencia, sería deseable mejorar las habilidades matemáticas de nuestro alumnado. Al hablar directamente con los estudiantes, éstos nos manifiestan que las limitaciones en su destrezas matemáticas es una de las causas que les impide (a un cierto número de estudiantes) cursar con éxito la asignatura confirmando así nuestra hipótesis.

Más en profundidad, el análisis detallado de cada una de las preguntas propuestas en el cuestionario nos ha permitido identificar cuáles son las principales deficiencias de nuestro alumnado en los temas evaluados. Si bien estos resultados podrían motivar una amplia discusión en cuanto a las destrezas adquiridas en la educación a nivel de ESO, o a la cantidad de tiempo que se le dedica a los temas que deben impartirse en cada ciclo educativo, etc., no es el objetivo del presente trabajo profundizar sobre ello. Lo que sí buscamos con este estudio es la forma concreta de mejorar a corto o medio plazo el rendimiento de nuestros estudiantes. Por ello, creemos que una alternativa a nuestro alcance podría ser la de ofrecer a los futuros estudiantes de Biomecánica, de forma optativa, un curso de nivelación en matemáticas previo al comienzo de la asignatura (o de forma simultánea durante el primer mes de clases). Este curso nos permitiría solventar las deficiencias que se han observado en este estudio y las que se detectasen una vez en contacto con los futuros estudiantes. Esta acción estaría encaminada a que los estudiantes emprendan la asignatura dominando las herramientas matemáticas necesarias para la consecución exitosa de la misma. Los docentes de la asignatura estamos entusiasmados con concretar esta acción de apoyo y esperamos contar con el apoyo de la Facultad de Educación para llevarlo a cabo en el siguiente curso académico.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer el soporte y financiación de la Universidad de Alicante vía los proyectos GITE-09014-UA, y al ICE de la Universidad de Alicante a través de la convocatoria de Proyectos de Redes 2015-2016 y su soporte a la red 3625.

5. DIFICULTADES ENCONTRADAS

Aproximadamente un 28 % de los estudiantes no contestaron el cuestionario, ya que por incompatibilidad de horarios no habían asistido a clases. Según nuestra experiencia muchos de los estudiantes que no asisten a clases acaban por suspender la asignatura, por lo cual habría sido interesante que este porcentaje del alumnado contestase el cuestionario para poder valorar objetivamente las causas particulares de su suspenso.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

Dado que nuestra intención es comenzar con las acciones de apoyo propuestas en el siguiente curso académico, sería conveniente incluir algunas preguntas en el cuestionario que volvámos a utilizar respecto a su formación previa, por ejemplo tipo de orientación del bachiller que han realizado. Esto nos permitirá llevar a cabo un estudio más detallado de la evolución de los estudiantes y comprobar la eficacia de las acciones implementadas.

7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

Sería interesante continuar con esta red docente durante el curso siguiente para poder valorar el impacto de las acciones de apoyo propuestas, tal como se manifiesta en el párrafo anterior.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, M.L.; Márquez, A.; Beléndez, A.; Campo Bagatin, A.; Hernández, A.; Yebra, M.L.; Ortuño, M.; Gallego, S. (2006). Red docente de física en titulaciones de ingeniería. La estructura curricular del EEES. Alicante. Editorial Universidad de Alicante.
- Campo Bagatín, A; Beléndez Vázquez, T; Moreno Marín, J. C.; Ortuño Sánchez, M.; Torrejón Vázquez, J. M.; Verdú Monllor, F. J. (2015). Destrezas matemáticas previas de los estudiantes de grado en Ingenierías y Arquitectura.

En: XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria [Recurso electrónico]: Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio. XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio. Coordinadores, M^a Teresa Tortosa Ybáñez, José Daniel Álvarez Teruel, Neus Pellín Buades. Alicante: Universidad de Alicante.

Márquez, A.; Álvarez, M. L.; Beléndez, A., Campo, A.; Hernández, A.; Marco, A.; Martín, A.; Rosa, J.; Torrejón J. M.; Yebra, M. S. (2003). Investigación docente sobre la enseñanza de la Física en titulaciones de Ingeniería. *Investigar el Espacio Europeo de Educación Superior. Investigar l'Espai Europeu d'Educació Superior*. Alicante. Editorial Universidad de Alicante.

Anexo 1
Cuestionario de conocimientos básicos de matemática

Unidades de medida

1. ¿Cuál de las siguientes unidades es una unidad fundamental del Sistema Internacional (SI)?
A) kilómetro
B) Newton
C) kilogramo
D) gramo

2. Las dimensiones de dos cantidades deben ser idénticas si queremos o
las cantidades
A) sumar; multiplicar
B) restar; dividir
C) sumar; restar
D) multiplicar; dividir

3. Una superficie de 27500 cm^2 también se puede expresar como:
A) 275 m^2
B) 2.75 Hm^2
C) 0.275 km^2
D) 2.75 m^2

4. Una medida de la densidad del agua del mar dio como resultado 1.07 g/cm^3 . Esta densidad en unidades del SI es:
A) $1.07 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$
B) $(1/1.07) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
C) $1.07 \times 10^3 \text{ kg}$
D) $1.07 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

5. Para convertir una cantidad de km/h a m/s, hay que
A) multiplicar por 1000 y dividir entre 60
B) multiplicar por 1000 y dividir entre 3600
C) multiplicar por 60 y dividir entre 1000
D) multiplicar por 3600 y dividir entre 1000

Notación científica

6. El valor numérico de una magnitud es 31200000, esto es igual a
A) 3×10^7
B) 3.12×10^{-7}
C) 3.12×10^7
D) 312×10^6

7. Evalúa $(4.0 \times 10^{-6}) + (1.66 \times 10^{-4})$
A) 1.1×10^5
B) 1.7×10^{-4}
C) 3.6×10^{-8}
D) 4.5×10^5

8. Evalúa: $(4.0 \times 10^{-6}) \cdot (3.0 \times 10^4)$

- A) 12×10^{10}
- B) 1.2×10^{-10}
- C) 12×10^{-5}
- D) 1.2×10^{-1}

9. Calcula: $(24 \times 10^{15}) / (6 \times 10^8)$

- A) 1×10^{17}
- B) 6×10^7
- C) 8×10^{17}
- D) 4×10^7

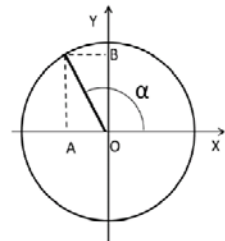
10. La expresión $\frac{2.5 \cdot 10^{-4} \cdot (1.5 \cdot 10^6 + 5 \cdot 10^5)}{5 \cdot 10^2}$ tiene como resultado:

- A) 1
- B) $2 \cdot 10^2$
- C) $1 \cdot 10^4$
- D) Ninguno de los anteriores

Nociones de Trigonometría

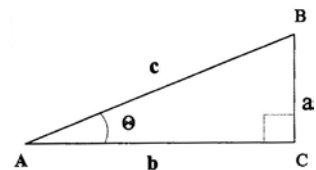
11. ¿Cuál es, entre las distancias indicadas en la figura, la que representa el seno y el coseno del ángulo α ?

- A) $\text{sen} \alpha = OA$, $\text{cos} \alpha = OB$
- B) $\text{sen} \alpha = OB$, $\text{cos} \alpha = OA$
- C) $\text{sen} \alpha = CB$, $\text{cos} \alpha = CA$
- D) Ninguna de las anteriores



12. En la figura, el valor del ángulo θ se puede obtener de la siguiente manera:

- A) $\text{sen} \theta = b/c$
- B) $\text{sen} \theta = a/c$
- C) $\text{cos} \theta = b/c$
- D) $\text{cos} \theta = b/a$



13. El valor del $\text{cos} \alpha$

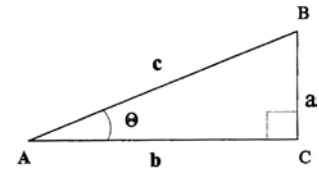
- A) puede tomar cualquier valor
- B) pertenece al intervalo $(-1, 1)$
- C) pertenece al intervalo $[-1, 1]$
- D) no existe cuando $\alpha = 0$

14. El seno del ángulo recto vale:

- A) 0
- B) 0.5
- C) 1
- D) -1

15. En el triángulo de la figura ¿qué lado es la hipotenusa?

- A) el lado a
- B) el lado b
- C) el lado c
- D) ninguna de las anteriores



Resuelve

16. $25+3x=40$

- A) 12
- B) 5
- C) 22
- D) 18

17. Si $x+2x=5-23$, entonces x es igual a:

- A) -2
- B) -4
- C) -6
- D) -8

18. $2(x+3)-3=7$

- A) 3.5
- B) 2
- C) 5
- D) 0

19. Dada la ecuación $-2x^2+2x+12=0$ los posibles valores de x son:

- A) 1 y 3
- B) 2 y 3
- C) -2 y -3
- D) -2 y 3

20. De la ecuación $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ se deduce:

A) $t = \frac{x}{v_0} - \frac{a}{2}$

B) $t = \frac{-2v_0}{a}$

C) $t = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2ax}}{a}$

D) $t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 2ax}}{a}$

Geometría

21. Dada la gráfica de la recta, de ecuación $y = mx + n$, indica cuál es el valor de la pendiente m .

- A) $m=0$
- B) $m=1$
- C) $m=2$
- D) $m=3$



22. El área de un círculo, conocido su diámetro D , es:

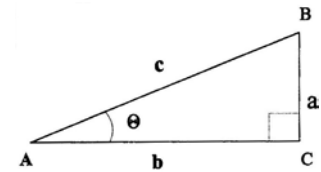
- A) $2\pi D^2$
- B) $\pi D^2/2$
- C) $\pi D^2/4$
- D) πD^2

23. El volumen de una pelota de 20 cm de diámetro es:

- A) 314 cm^3
- B) 628 cm^3
- C) 4190 cm^3
- D) 33510 cm^3

24. Suponiendo que conoces los valores de los catetos a y b que fórmula utilizarías para averiguar el valor del lado c

- A) $a^2 = b^2 + c^2$
- B) $b^2 = a^2 + c^2$
- C) $c^2 = a^2 + b^2$
- D) $b^2 = a^2 + c^2 + 2 a c$



25. En un triángulo rectángulo, si sabemos que un ángulo es 30° , otro de los ángulos vale?

- A) 180°
- B) 40°
- C) 50°
- D) 60°